



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020030010402

(43) Publication.Date. 20030205

(21) Application No.1020010045438

(22) Application Date. 20010727

(51) IPC Code:

H04B 7/02

(71) Applicant:

LG ELECTRONICS INC.

(72) Inventor:

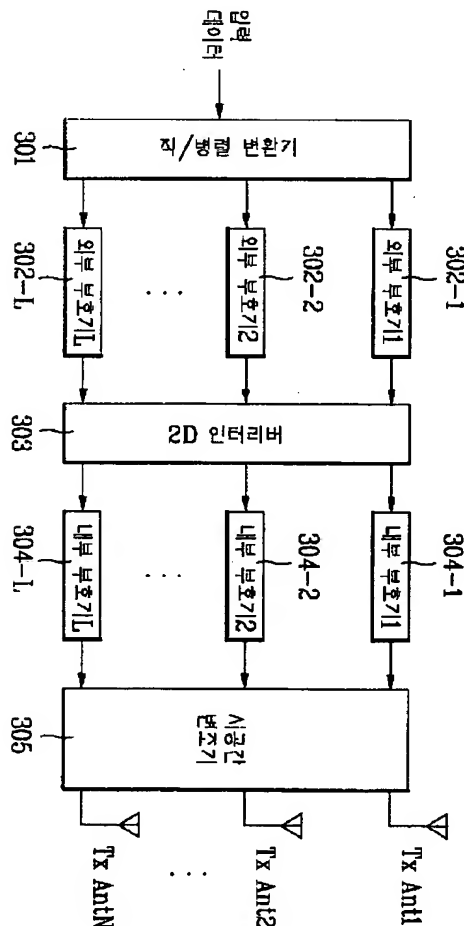
YOO, CHEOL U

(30) Priority:

(54) Title of Invention

METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING SIGNALS USING PLURALITY OF ANTENNAS AND SYSTEM THEREFOR

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: A method for transmitting and receiving signals using a plurality of antennas and a system therefor are provided to realize antenna diversity by using the same structure by layers and using a simple transit structure, thereby improving receive bits error property.

CONSTITUTION: A serial-parallel converter(301) converts serial input sequence into parallel sequence by layers. A plurality of outer encoders(302-1,...,302-L) encode the parallel sequence. A 2D(Dimensions) interleaver(303) interleaves the encoded parallel sequence to the other layer. A plurality of inner encoders(304-1,...,304-L) encode the interleaved sequence again. A space-time modulator(305) modulates the reencoded sequence.

© KIPO 2003

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

| | | |
|---|---|------------------------------|
| (51) Int. Cl. ⁷ H04B 7/02 | (11) 공개번호 (43) 공개일자 | 특2003-0010402 2003년02월05일 |
| (21) 출원번호 | 10-2001-0045438 | |
| (22) 출원일자 | 2001년07월27일 | |
| (71) 출원인 | 엘지전자 주식회사 | |
| (72) 발명자 | 서울특별시 영등포구 여의도동 20번지 LG트윈타워 유철우 | |
| (74) 대리인 | 서울특별시관악구봉천동1701건영아파트102동1402호 김용인, 심창섭 | |

심사청구 : 없음

(54) 다수의 안테나를 이용한 신호 송수신 방법 및 이를 위한시스템

요약

본 발명은 다수의 안테나를 이용한 신호 송수신 방법 및 이를 위한 시스템에 관한 것이다. 이와 같은 복수의 안테나를 통하여 신호를 송수신하는 이동통신 시스템에서, 본 발명은 복수의 부호화 또는 복수의 복호화를 수행하도록 한다. 또한, 공간 차원은 각 계층으로 구분되어 복수의 안테나를 통하여 송신되는/수신되는 복수의 독립적인 신호를 생성하도록 한다. 이때, 동일 정보로부터 생성된 심볼들은 시공간적으로 인터리빙/디인터리빙됨으로써 채널 코드를 이용한 오류 정정 및 전송 다이버시티의 결합에 의한 시스템 향상을 도모한다.

대표도

도3

색인어

전송 다이버시티, 채널 코드

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래 기술에 따라 시공간 부호기의 이용한 송신기 구조의 일 예를 나타낸 도면.
- 도 2는 종래 기술에 따라 시공간 부호기를 이용한 송신기 구조의 다른 예를 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 송신기 구조의 일 예를 나타낸 도면.
- 도 4는 도 3에 도시된 2D 인터리버의 구성을 나타낸 도면.
- 도 5는 도 3에 도시된 2D 인터리버의 동작 원리를 나타낸 도면.
- 도 6은 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 수신기 구조의 일 예를 나타낸 도면.
- 도 7은 도 6에 도시된 2D 디인터리버의 구성을 나타낸 도면.
- 도 8은 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 송신기 구조의 다른 예를 나타낸 도면.
- 도 9는 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 수신기 구조의 다른 예를 나타낸 도면.
- 도 10은 도 9에 도시된 레이크 수신기의 구성을 나타낸 도면.
- 도 11은 본 발명에 따른 AWGN 채널 환경에서의 비트 에러 확률을 나타낸 그래프.
- 도 12은 본 발명에 따른 2D 인터리버의 종류에 따른 비트 에러 확률을 나타낸 그래프.
- 도 13는 본 발명에 따른 페이딩을 0.001인 경우 비트 에러 확률을 나타낸 그래프.
- 도 14은 본 발명에 따른 페이딩을 0.003인 경우 비트 에러 확률을 나타낸 그래프.
- 도 15는 본 발명에 따른 안테나 수와 인터리버 크기의 변화에 따른 비트 에러 확률을 나타낸 그래프.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

301 : 직/병렬 변환기

302 : 외부 부호기

- 303 : 2D 인터리버
- 304 : 내부 부호기
- 305 : 시공간 변조기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다수의 안테나가 구비된 이동통신 시스템에서의 신호 송수신 방법 및 이를 위한 시스템에 관한 것이다.

일반적으로 제3 세대 및 그 이후의 무선 통신 시스템에서는 전송 신호의 고품질을 유지하기 위해서 컨벌루셔널 코드(convolutional code), 터보 코드(turbo code) 등과 같은 고성능을 가진 채널 부호화 기법 등을 사용하고 있다. 이 채널 부호화 기법은 잉여·검색 비트들(redundant check bits)을 정보 비트에 삽입하는 과정을 통해 정보를 보호하는 것이다.

또한, 최근 다중 안테나 전송 시스템을 사용하여 전송 다이버시티를 획득하는 시공간 부호 기술들이 다양하게 등장하고 있다. 특히, 다중 안테나를 사용하는 시스템에서 채널 코딩과 전송 안테나 다이버시티를 동시에 얻기 위해 전송하고자 하는 정보를 다수의 계층으로 분리하여 부호화하는 계층형 시공간 코드 방식의 연구가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다.

도 1은 종래 기술에 따라 시공간 부호기를 이용한 송신기 구조의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 2는 종래 기술에 따라 시공간 부호기를 이용한 송신기 구조의 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 1 내지 도 2를 참조하면, 입력 데이터는 인터리버(102,203)를 사이에 둔 앞 뒤의 두 종류의 부호기(101,103;202,204)를 통해 두 번의 부호화 과정이 수행된다. 이 부호화 과정은 복수의 안테나를 통하여 전송될 신호 생성을 위해 각 계층별로 이루어진다. 상기 부호기 중 일부(101,202)는 컨벌루셔널 코드 등의 채널 오류 정정 코드를 이용한다. 시공간 부호기(103,204)는 안테나 간의 독립성을 증가시켜 줄 수 있는 직교 코드 등을 이용한다.

이 과정에서 사용된 두 종류의 부호기(부호기와 시공간 부호기)는 각기 독립적으로 구성되어 있다. 따라서, 수신단에서의 두 번의 복호를 위한 복호기들이 서로 정보를 교환하지 않고 각기 동작하게 되는 원인이 된다. 즉, 반복적인 복호 과정을 수행하지 않게 된다.

이와 같이, 종래의 다중 안테나 전송 시스템에서는 각 계층의 채널 코딩과 시공간 코드 방식은 해당 계층에서만 결합될 뿐 다른 계층의 방식과 결합되지 않고 독립적으로 이루어진다. 그 결과, 계층별 채널 복호기와 공간 다이버시티의 결합을 통한 상승 효과를 얻지 못하는 한계를 가지고 있다.

또한, 최근의 제 3 세대 이동통신 시스템인 3GPP와 같은 차세대 이동통신 시스템의 표준화 단체인들은 터보 코드를 표준으로 채택하고 있으며, 또한 2개의 안테나를 사용하여 전송하는 다이버시티 구조를 채택하고 있다. 그러나, 이 시스템에서도 터보 코드와 전송 다이버시티 방식은 전혀 연관성이 없이 독립적으로 존재하므로, 두 가지 방식의 조합을 통한 추가적인 이득을 얻을 수 없다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 이상에서 언급한 종래 기술의 문제점을 감안하여 안출한 것으로서, 채널 코드와 전송 다이버시티 기법을 적절히 결합하여 통신 품질을 향상시키기에 적당하도록 한 다중 안테나를 이용한 신호 전송 방법 및 이를 위한 시스템을 제공하기 위한 것이다.

본 발명은 시스템 환경의 변화에도 시스템의 복잡도를 증가시키지 않으면서 통신 품질을 향상시키기에 적당하도록 한 다중 안테나를 이용한 신호 전송 방법 및 이를 위한 시스템을 제공하기 위한 것이다.

이상과 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 특징에 따르면, 본 발명은 복수의 부호화 또는 복수의 복호화를 수행하도록 한다. 또한, 공간 차원은 각 계층으로 구분되어 복수의 안테나를 통하여 송신되는/수신되는 복수의 독립적인 신호를 생성하도록 한다. 이때, 동일 정보로부터 생성된 심볼들은 시공간적으로 인터리빙/디인터리빙되도록 한다.

이상과 같은 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 특징에 따르면, 독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층에서의 제1 부호화 과정의 출력들을 시공간적으로 인터리빙하는 제1 인터리버; 상기 제1 부호화 및 상기 인터리빙 결과들을 제2 부호화 과정들의 입력으로 하여 부호화를 수행하는 부호기들을 포함하여 구성되는 송신기를 포함하여 구성된다.

이상과 같은 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신되어 독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층으로 분리된 신호를, 외부 신호를 이용하여 생성된 제1 복호화 과정 출력들을 시공간적으로 디인터리빙하는 제1 디인터리버; 상기 제1 복호화 및 상기 디인터리버의 출력 결과들을 제2 복호화 과정들의 입력으로 하여 복호화를 수행하는 다수의 복호기들; 상기 복호기의 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 제2 복호화된 신호를 시공간적으로 인터리빙하여 상기 부호기의 제1 복호화 과정의 외부 신호로 제공하는 제1 인터리버를 포함하여 구성된다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 다중 안테나를 사용하는 시스템에서 여러 성능을 향상시키기 위해 채널 코딩과 전송 다이버시티

티 기법을 효과적으로 결합하는 방법에 관한 것이다.

특히, 시스템 환경(안테나 개수, 계층의 증가)의 변화에도 시스템의 복잡도를 증가시키지 않으면서 전송 다이버시티 성능을 향상시키는 것에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은 부호화 및 복호화 각각을 적어도 두 번 수행한다. 또한, 상기 부호화 및 복호화가 각 계층별로 수행되어진다. 여기서, 각 계층은 한 공간에서의 신호들을 구분하기 위한 것이다.

이하 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 구성 및 작용을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

도 3은 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 송신기 구조의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 2D 인터리버의 구성을 나타낸 도면이다.

도 5는 도 3에 도시된 2D 인터리버의 동작 원리를 나타낸 도면이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 다중 안테나 전송 시스템은 계층별로, 직렬 입력 시퀀스를 병렬 시퀀스로 변환하는 직렬 병렬 변환기(301), 이 병렬 시퀀스를 부호화하는 외부 부호기(302), 이 부호화된 시퀀스들을 다른 계층으로 인터리빙하는 2D 인터리버(303), 상기 인터리빙된 시퀀스들을 재부호화하는 내부 부호기(304), 이 재부호화된 시퀀스들을 변조하는 시공간 변조기(305)로 구성된다.

상기 외부 부호기(302) 및 2D 인터리버(303) 및 내부 부호기(304)를 포함한 구성은, 두 개의 컨벌루션 부호화기 사이에 인터리버를 위치하는 방식으로, 전송 다이버시티에 적당하도록 하는 일종의 터보 부호기로 생각할 수 있다.

상기 구성에 따른 동작은 다음과 같다.

전송 시퀀스는 L개의 계층으로 분리되기 위해 직/병렬 변환기(301)에 의해 병렬 시퀀스로 변환된다. 그리고, L개 계층의 외부 부호기들(Outer Encoder:302)에 각각 입력된다. 이때, 외부 부호기들(302)에서 이용된 채널 코드(이하, 외부 코드라고 지칭함)는 여러 가지 구조의 코드 방식이 이용되며, 컨벌루션 코드를 사용할 경우 간편하게 구현할 수 있다.

상기에서 1차 부호화된 시퀀스는 2D 인터리버(303)에 의해서 시공간적으로 인터리빙되며, 다시 내부 부호기들(Inner Encoder:304)에 의해 부호화된다. 즉, 1차 부호화된 시퀀스는 일정한 방식에 의하여 다른 계층으로 배열되고, 다시 1D 인터리버(402)에 의해 시간적으로 인터리빙된다. 이하, 내부 부호기들에 이용된 채널 코드를 내부 코드라 지칭한다.

상기 2D 인터리버(303)에서 2D(2 dimensions)는 시간 차원과 공간 차원을 의미하고, 공간 차원은 복수의 계층으로 분리된다. 이 계층 각각의 신호 처리에 의해 독립적인 신호가 생성된다. 이때, 공간 다이버시티 효과를 각 계층에서 최대한 얻기 위해서는 전송 안테나의 개수 N이 계층의 개수 L보다 크거나 같아야 한다.

또한, 상기 2D 인터리버(303)의 인터리빙 방식은 다양한 방식이 사용될 수 있으며, 일반적인 연접 부호의 특성에 기인하여 랜덤한 특성을 가진 인터리버가 사용될 경우 성능이 더욱 향상된다.

그러나, 2D 랜덤 인터리버의 경우, 시간 축에서 뿐만 아니라 계층간에 대해서도 랜덤한 특성을 가져야 하므로, 설계하기가 용이하지 않으며 복잡도 또한 낮지 않다.

그러므로, 본 발명에서는 특별히 도 4에 도시된 구조의 인터리버를 사용한다. 이 인터리버(303)는 한 개의 천이 회로(401)와, L개의 동일한 구조를 갖는 1D 인터리버들(402)이 구비되어 구현된다.

즉, 구현시 1개의 인터리버 패턴과 간단한 모듈로-L 연산을 수행하는 천이 회로만을 요구하므로, 시스템 복잡도가 감소한다.

또한, 복호 시에 각 계층별로 동일한 디인터리빙 과정을 거치므로 시간 지연을 감소시킬 수 있다.

도 5에 도시된 바와 같이, 2D 인터리버(303)에서, 동일 외부 코드에 의해 부호화된 인접된 두 심볼 즉, 같은 정보 비트에 의해 부호화된 심볼들이 동시에 같은 계층에 존재하지 않게 되며, L이 외부 코드의 구속장(constraint length) 이상이 될 경우 동일한 정보 비트에 의해 부호화된 심볼들이 모두 다른 계층으로 분리되는 효과를 나타낸다. 그 결과, 외부 코드와 내부 코드 사이의 상관 관계가 감소하는 효과를 가져오게 된다.

여기서, T는 한 전송 심볼 구간을 나타내고, 입출력 순서는 오른쪽부터 시간적으로 빠른 것을 의미한다. $X_{i,j}$ 는 i 번째 계층에서 j 번째 시간에 발생한 심볼을 나타낸다.

또한, 2D 인터리버(303)에서 다른 계층으로 배열된 시퀀스들은, 이 인터리버(303)에 구비된 1D 인터리버(402)를 거쳐 시간적으로 인터리빙되므로 내부 코드로의 입력 심볼들은 내부 코드 관점에서 볼 때 매우 랜덤한 특성을 갖는다.

그리고, 복호시에 내부 코드에서 연속적으로 발생하는 연접 에러(burst error)에 의한 오류가 외부 코드로 전파되는 것을 방지한다.

한편, 도 3의 내부 부호기들(Inner Encoder:304)에서 이용된 채널 코드는 컨벌루션 코드를 사용하는 것이 유리하며, 외부 부호기들(302)에서 이용된 채널 코드와 동일한 구조를 사용하는 경우 추가적인 하드웨어 복잡도의 증가없이 사용할 수 있다는 장점이 발생할 수 있다.

이렇게 재부호화된 L 계층의 부호화된 시퀀스들은 다양한 방식의 시공간 변조기(Space-Time Modulator)(305)를 통해 N개의 전송 안테나를 통해 수신단에 전송된다. 이 시공간 변조기(305)는 재부호화된 L 계층의 시퀀스들을 각각 변조한다.

여기서, 시공간 변조기(305)는 시간 차원과 공간 차원을 고려하여 변조를 수행하는 변조기를 통칭한다.

도 6은 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 수신기 구조의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 7은 도 6에 도시된 2D 디인터리버의 구성을 나타낸 도면이다.

도 6을 참조하면, 수신되어 복조된 시퀀스를, 외부 시퀀스를 이용하여 복호하는 내부 MAP SIS0(502), 이 복호된 시퀀스를 시공간적으로 디인터리빙하는 2D 디인터리버(503), 이 디인터리빙된 시퀀스를 재복호화하는 외부 MAP SIS0(504), 소정 횟수만큼 재복호화된 시퀀스를 인터리빙하여 상기 외부 시퀀스로 제공하는 2D 인터리버(505), 최종적으로 재복호화된 병렬 시퀀스를 직렬 시퀀스로 변환하는 병/직렬 변환기(506), 이 직렬 시퀀스의 신호 값을 판단하는 판정기(507)를 포함하여 구성된다.

상기 외부 MAP SIS0(502), 2D 디인터리버(503), 외부 MAP SIS0(504), 2D 인터리버(505)의 구성은, 외부 신호(priori)를 입력으로 하여 사후 확률 값(posteriori)을 출력하는 반복 복호 과정을 수행하기 위한 것으로, 전송 다이버시티에 적당하도록 하는 일종의 터보 복호기로 생각될 수 있다.

이상의 구성에 의하여 다음과 같이 동작한다.

M 개의 안테나를 통해 수신된 시퀀스는 2차원의 시공간 복조기(501)를 거쳐 L개의 계층으로 분리된다.

여기서, 시공간 복조기(501)는 시간 차원과 공간 차원을 고려하여 복조를 수행하는 복조기의 통칭이다.

이 분리된 수신 시퀀스들은, 내부 MAP SIS0(501)을 통해 복호된다. 이때, 내부 MAP SIS0(502)는 비터비 복호기(Viterbi decoder) 또는 최대 사후 확률 복호기(Maximum a posteriori decoder)등과 같이 연판정(soft value) 값을 갖는 시퀀스를 출력하는 복호기를 통칭한다.

이 1차 복호된 시퀀스는 2D 디인터리버(503)의 디인터리빙 과정을 통해 시공간적으로 재배열된다. 즉, 2D 디인터리버(503)는 도 1에 도시된 2D 인터리버(303)의 역과정을 수행한다.

이를 위해 상기 2D 디인터리버(503)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 내부 MAP SIS0(501)을 통해 1차로 복호된 시퀀스를 각 계층에서 시간적으로 디인터리빙하는 1D 디인터리버들(801)과, 이 디인터리빙된 시퀀스들 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들을 같은 계층으로 집합시키는 역천이 회로(802)로 구성된다.

상기 내부 MAP SIS0(502)와 동일한 구조의 외부 MAP SIS0(504)인 연판정 복호기에 의해 상기 디인터리빙된 시퀀스가 복호된다.

송신단에서와 마찬가지로, 내부 MAP SIS0(502), 외부 MAP SIS0(504)는 순서대로 내부 코드, 외부 코드라 지칭되는 오류 정정 채널 코드에 대해서 각각의 복호를 수행한다.

또한, 상기 내부 MAP SIS0(502) 및 외부 MAP SIS0(504)의 구속장(constraint length)은 수신 안테나의 수보다 적은 값을 갖는 경우 더욱 효율적이다.

이 2차 복호된 시퀀스는, 2D 인터리버(505)에 의해 인터리빙되어, 내부 MAP SIS0(504)에 외부 시퀀스(외부 정보)로서 제공된다. 따라서, 반복적인 복호가 가능하도록 한다.

이 병/직렬 변환기(506)로부터 출력된 최종 연판정 값은 판정기(507)에 의해 경판정(hard decision)되어 출력된다.

상기 2차 복호된 시퀀스는 내부 MAP SIS0(502)에 의해 N-1번째 2차로 복호된 시퀀스가 인터리빙되어 외부 시퀀스로 제공되고, N번째 2차로 복호된 시퀀스는 판정기(507)에 의해 수신 신호 값이 판정된다.

본 발명은 다중 안테나를 이용해 송수신하는 모든 시스템에서 사용 가능하며, 특히 CDMA 방식을 사용하는 경우 직교 전송 다이버시티(Orthogonal Transmit Diversity:이하 OTD라 약칭함) 방식을 사용할 수 있으며, 이는 도 8과 같이 적용될 수 있다.

도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명은 계층의 수를 전송 안테나의 개수인 N과 동일하게 하거나 적은 수만큼 구현한 후, 각 계층의 출력 신호를 각각 다른 의사잡음 코드(Pseudo Noise code) 또는 골드 코드(gold code)를 이용하여 확산시키기 위한 확산기(605-1~605-N)를 더 포함한다. 이 경우, 수신단은 도 9와 같이 구성된다.

도 8에서 그 외의 구조의 기본적인 동작 원리는 도 3에서 언급한 바와 동일하다. 여기서, C_n 는 N 번째 안테나에 대한 확산 시퀀스로 N에 따라 서로 다른 값을 갖는다.

도 9는 본 발명에 따라 직렬 연쇄 시공간 코드 수신기 구조의 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 10은 도 9에 도시된 레이크 수신기의 구성을 나타낸 도면이다.

도 8과 같은 구성에 의하여 전송된 신호는 각 계층으로 분리되어 레이크 수신기(701)의 복조기(901) 및 역확산기(902)에 의해 각각 복조되고, 역확산된다.

이때, 역확산을 수행하는 과정에서는 도 7에서의 확산 과정과 동일하게 의사잡음 코드 또는 골드 코드가 이용된다.

상기 레이크 수신기(701)의 판단기(903)는 각 계층의 역확산된 신호가 새로이 전송된 신호인가, 재전송된 신호인가를 판단한다.

상기 판단에 따라 재전송된 신호인 경우에, 상기 레이크 수신기(701)의 결합기(904)는 각 계층의 역확산된 신호와, 이 역확산된 신호와 동일한 정보를 포함하는 이전 신호와 코드 결합을 하여 내부 MAP SIS0(702)의 입력 시퀀스로 제공한다.

상기 레이크 수신기(701)는 전송된 신호의 에러 정도를 검사하여, 재전송이 필요한 신호는 저장부(905)에 선택적으로 저장한다. 이때, 저장부(905)에 저장되지 않고, 재전송이 요구된 신호는 이전 신호와 동

일한 신호가 재전송된다. 그러므로, 처음 전송된 신호와 동일하게 신호 처리되어 내부 MAP SIS0(702)의 입력 시퀀스로 제공된다.

그러나, 저장부(905)에 저장되고, 재전송이 요구된 신호는 이전 신호에 전송되지 않은 추가 리던던시 비트(redundancy bit)만을 포함하여 재전송된다. 그러므로, 각 계층의 결합기(904)에 의해 처음 전송된 신호와 코드 결합되어 내부 MAP SIS0(702)의 입력 시퀀스로 제공된다.

도 11 내지 도 15는 본 발명에 따른 다중 안테나 전송 시스템을 이용하는 경우, 안테나 개수와 채널 환경에 따른 비트 에러 확률을 보여주는 그래프이다.

도 11 내지 도 15에서는 기본적으로 1차원 인터리버 사이즈가 256, 수신 안테나의 개수가 1개, 확산률이 전송 심볼 당 32 칩이며, 길이 256인 골드 코드를 이용하여 대역 확산하였으며, 모든 경우에 대해서 4개의 심볼이 동시에 전송되어 각 계층 신호마다 3개의 간섭 신호가 존재하는 환경을 가정한다. 여기서, Tx m은 송신 안테나의 개수를 의미한다.

도 11은 본 발명에 따른 AWGN 채널 환경에서의 비트 에러 확률을 나타낸 그래프이다.

도 11에 도시된 바와 같이, 안테나 개수가 증가함에 따라 에러 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

도 12는 본 발명에 따른 2D 인터리버의 종류에 따른 비트 에러 확률을 나타낸 그래프이다.

도 12는 2차원 랜덤 인터리버와 모듈로-N 천이 구조를 갖는 2차원 인터리버를 사용한 경우의 성능을 비교한 것으로, 거의 비슷한 성능을 나타낸다.

여기서, 'Shift'는 도 4에 도시된 2D 인터리버를 사용한 경우를 의미하고, '2D interleaver'는 2차원 랜덤 인터리버를 의미한다.

즉, 도 4에 도시된 2D 인터리버('shifter'라고 지칭됨)는, 구현하는데 있어 복잡성이 큰 일반적인 2D 인터리버와 거의 같은 성능을 갖음을 확인할 수 있다.

도 13은 본 발명에 따른 페이딩을 0.001인 경우 비트 에러 확률을 나타낸 그래프이다.

도 14는 본 발명에 따른 페이딩을 0.003인 경우 비트 에러 확률을 나타낸 그래프이다.

도 13과 도 14는 도플러 현상에 의한 채널의 페이딩율(Fading Rate)의 변화에 따른 성능을 나타낸다. 페이딩율이 낮을수록 안테나 개수의 증가에 따른 성능 향상이 크게 발생한다.

도 15는 본 발명에 따른 안테나 수와 인터리버 크기의 변화에 따른 비트 에러 성능을 나타낸 그래프이다.

도 15는 사용되는 총 인터리버의 크기에 따른 성능 비교를 나타낸다. 안테나 1개인 경우 512인 인터리버를 사용한 것으로 간주할 수 있다. 이 경우에서도, 안테나 개수가 증가할수록 상당한 성능 향상이 나타남을 알 수 있다.

여기서, l는 1차원 인터리버의 크기를 의미한다.

이와 같이, 본 발명의 계층형 시공간 코드 방식에서는 채널 코드의 성능과, 공간 다이버시티 효과를 극대화하기 위해, 수신단이 반복적인 복호(iterative decoding)를 수행할 수 있도록, 송신단의 각 계층에서 연결 부호(Concatenated code)를 사용한다.

상기 연결 부호 방식은 인터리버를 이용해 동일한 정보를 여러 방식으로 부호화하여 동시에 전송하는 방식으로, 수신단에서의 반복 복호에 의해 매우 우수한 성능을 나타낸다. 이 방식은 구성에 따라 병렬 연쇄 코드(Parallel concatenated code; 터보 코드)와, 직렬 연쇄 코드(serial concatenated code)가 있다.

상기 직렬 연쇄 코드 방식은 두 개의 컨벌루션 부호기 사이에 인터리버를 위치하는 방식으로 계층형 시공간 코드 방식에 적용하는데 매우 유리한 방식이다.

발명의 효과

이상의 설명에서와 같이 본 발명은 계층별로 동일한 구조를 사용하며, 단순 천이 구조를 사용하여 안테나 다이버시티를 구현하므로, 계층의 수가 증가해도 쉽게 확장이 가능하며, 다중 안테나 송수신 시스템에서 수신 비트 에러 성능을 향상시킨다.

둘째, 본 발명은 수신 신호의 비트 에러 성능을 향상시키므로 전송 전력이나 시스템 성능, 사용자 용량 면 등에서 기존 시스템에 비해서 이득이 발생한다.

셋째, 본 발명은 시간 및 공간 다이버시티를 채널 코딩 관점에서 결합하므로 일반적으로 터보 코드의 성능을 결정짓는 1차원 인터리버의 길이를 줄여도 원하는 성능을 얻을 수 있어, 인터리버에 의한 시간 지연과 복잡도를 줄일 수 있으며, 전송 단위가 줄어들어 시분할 전송 방식 등에서 슬롯(slot)이나 프레임의 할당이 보다 유연하다.

또한, 본 발명은 N 개의 전송 안테나와 M 개의 수신 안테나를 사용하는 모든 통신 시스템의 비트 에러 성능 향상을 위해 사용될 수 있으며, 동일 구조의 반복적인 사용을 통해 계층의 증가에 따른 하드웨어 복잡도의 증가가 거의 없이 큰 성능 향상을 보여 시스템의 성능이나 용량 증가 등의 이득을 얻을 수 있다.

또한, 본 발명은 점목되는 시공간 변조 방식에 따라 다양한 형태의 다중 안테나 전송 시스템에 보다 유연하게 적용할 수 있으며, 추가적인 공간 다이버시티 효과를 기대할 수 있다.

이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시 예에 기재된 내용으로 한정하는 것이 아니라 특허 청구 범위에 의해서 정해져야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

복수의 안테나를 통하여 신호를 송신하는 이동통신 시스템에서,

독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층에서의 제1 부호화 과정의 출력들을 시공간적으로 인터리빙하는 단계;

상기 인터리빙 결과들을 제2 부호화 과정들의 입력으로 하여 부호화를 수행하는 단계;

상기 부호화된 신호들이 상기 복수의 안테나를 통하여 전송되는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제1 부호화 및 제2 부호화 과정은 컨벌루션 코드(convolutional code)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 인터리빙 단계에서,

상기 제1 부호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들은 서로 다른 계층으로 인터리빙되는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제1 부호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들은 서로 다른 계층으로 배열되고, 다시 시간적으로 인터리빙되는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 한 번 부호화된 신호들은 전송 다이버시티를 위한 코드가 적용된 후, 다수의 안테나를 통하여 전송되는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 6

복수의 안테나를 통하여 신호를 수신하는 이동통신 시스템에서,

수신되어 독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층으로 분리된 신호와, 외부 신호를 이용하여 생성된 제1 복호화 과정의 출력들을 시공간적으로 디인터리빙하는 단계;

상기 디인터리빙 결과들을 제2 복호화 과정들의 입력으로 하여 복호화를 수행하는 단계;

상기 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 제2 복호화된 신호를 시공간적으로 인터리빙하여 상기 제1 복호화 과정의 외부 신호로 제공하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 제2 복호화 출력들 중 (소정 횟수+1)만큼 제2 복호화된 신호를 수신 신호 값으로 경판정하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 제1 복호화 및 제2 복호화 과정은 컨벌루션 코드(convolutional code)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 디인터리빙 단계에서,

상기 제1 복호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들이 동일한 계층으로 디인터리빙되는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제1 복호화 과정의 출력이 시간적으로 디인터리빙되고, 이 디인터리빙된 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들이 같은 계층으로 집합되는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 11

제 6 항에 있어서, 상기 인터리빙 단계에서,

상기 제2 복호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들은 서로 다른 계층으로 인터리빙되는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 제2 복호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들은 서로 다른 계층으로 배열되고, 다시 시간적으로 인터리빙되는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 13

제 6 항에 있어서, 상기 제1 복호화 및 제2 복호화의 출력은 연판정 값(soft decision value)인 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 14

제 6 항에 있어서, 각 계층으로 분리된 신호들이 새로운 또는 재전송된 신호인지를 판단하는 단계:

상기 판단에 따라 이전에 수신된 같은 정보를 포함하는 신호와 상기 수신된 신호를 코드 결합하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 15

복수의 안테나를 통하여 신호를 송수신하는 이동통신 시스템에서,

독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층에서의 제1 부호화 과정의 출력들을 시공간적으로 인터리빙하는 단계;

상기 인터리빙 결과들을 제2 부호화 과정들의 입력으로 하여 부호화를 수행하는 단계;

상기 부호화된 신호들이 상기 다수의 안테나를 통하여 전송되는 단계;

상기 전송된 신호가 각 계층으로 분리된 신호를, 외부 신호를 이용하여 생성된 제1 복호화 과정 출력들을 시공간적으로 디인터리빙하는 단계;

상기 디인터리빙 결과들을 제2 복호화 과정들의 입력으로 하여 복호화를 수행하는 단계;

상기 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 제2 복호화된 신호를 시공간적으로 인터리빙하여 상기 제1 복호화 과정의 외부 신호로 제공하는 단계;

상기 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 반복 복호된 신호를 수신 신호 값으로 판단하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 송수신 방법.

청구항 16

복수의 안테나를 통하여 신호를 송신하는 이동통신 시스템에서,

독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층에서의 제1 부호화 과정의 출력들을 시공간적으로 인터리빙하는 제1 인터리빙;

상기 제1 부호화 및 상기 인터리빙 결과들을 제2 부호화 과정들의 입력으로 하여 부호화를 수행하는 부호기들을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 부호기는 컨벌루션 코드(convolutional code)에 의해 부호화를 수행하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 제1 인터리버는

상기 부호기의 제1 부호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들을 서로 다른 계층으로 배열하는 천이회로;

상기 배열된 심볼들을 시간적으로 인터리빙하는 제2 인터리버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 19

제 16 항에 있어서, 전송 다이버시티를 위한 코드를 이용하여 상기 부호기의 최종 출력을 확산시키는 확산기를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 20

제 16 항에 있어서, 상기 계층 수는 상기 안테나의 수보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 21

제 16 항에 있어서, 상기 계층 수는 상기 부호기들의 구속장(constraint length)보다 큰 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 22

복수의 안테나를 통하여 신호를 수신하는 이동통신 시스템에서,

수신되어 독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층으로 분리된 신호를, 외부 신호를 이용하여 생성된 제1 복호화 과정 출력들을 시공간적으로 디인터리빙하는 제1 디인터리버;

상기 제1 복호화 및 상기 디인터리버의 출력 결과들을 제2 복호화 과정들의 입력으로 하여 복호화를 수

행하는 다수의 복호기들:

상기 복호기의 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 제2 복호화된 신호를 시공간적으로 인터리빙하여 상기 부호기의 제1 복호화 과정의 외부 신호로 제공하는 제1 인터리버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 각 계층 복호기의 제2 복호화 출력들 중 (소정 횟수+1)만큼 제2 복호화된 신호를 직렬 시퀀스로 생성하는 병/직렬 변환기;

상기 병/직렬 변환기의 출력 값을 경판정(hard decision)하는 판정기를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 24

제 22 항에 있어서, 상기 복호기는 컨벌루션 코드(convolutional code)를 이용하여 복호를 수행하는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 25

제 22 항에 있어서, 상기 제1 디인터리버는 상기 복호기의 제1 복호화 과정의 출력을 시간적으로 디인터리빙하는 제2 디인터리버:

상기 디인터리빙된 결과 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들을 동일한 계층으로 집합시키는 역천이 회로를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 26

제 22 항에 있어서, 상기 제1 인터리버는 상기 제2 복호화 과정의 출력 중 동일 정보 비트로부터 생성된 심볼들을 서로 다른 계층으로 배열하는 천이회로;

각 계층에서 상기 배열된 심볼들을 시간적으로 인터리빙하는 제2 인터리버를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 27

제 22 항에 있어서, 상기 복호기의 출력은 연판정 값(soft decision value)인 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 28

제 22 항에 있어서, 상기 수신된 신호가 새로운 또는 재전송된 신호인지를 판단하는 판단기;

상기 판단기의 결과에 따라 같은 정보를 포함하는 이전 수신 신호와 상기 수신된 신호를 코드 결합하는 결합기를 포함하여 구성되는 레이크 수신기를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 29

제 22 항에 있어서, 상기 계층 수는 상기 안테나의 수보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 30

제 22 항에 있어서, 상기 계층 수는 상기 부호기들의 구속장(constraint length)보다 큰 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 31

복수의 안테나를 통하여 신호를 송수신하는 이동통신 시스템에서,

독립적인 신호 생성을 위한 서로 다른 계층에서의 제1 부호화 과정의 출력들을 시공간적으로 인터리빙하는 제1 인터리버, 상기 제1 부호화 및 상기 인터리빙 결과들을 제2 부호화 과정들의 입력으로 하여 부호화를 수행하는 다수의 부호기들을 포함하여 구성되는 송신기;

상기 송신기로부터 수신되어 각 계층으로 분리된 신호를, 외부 신호를 이용하여 생성된 제1 복호화 과정 출력들을 시공간적으로 디인터리빙하는 제1 디인터리버, 상기 제1 복호화 및 상기 디인터리버의 출력 결과들을 제2 복호화 과정들의 입력으로 하여 복호화를 수행하는 다수의 복호기들을 포함하여 구성되는 수신기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

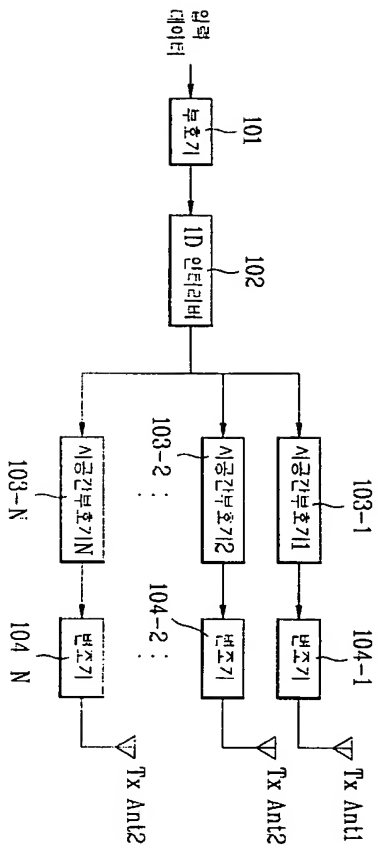
청구항 32

제 31 항에 있어서, 상기 복호기의 제2 복호화 출력들 중 소정 횟수만큼 제2 복호화된 신호를 시공간적으로 인터리빙하여 상기 부호기의 제1 복호화 과정의 외부 신호로 제공하는 제2 인터리버;

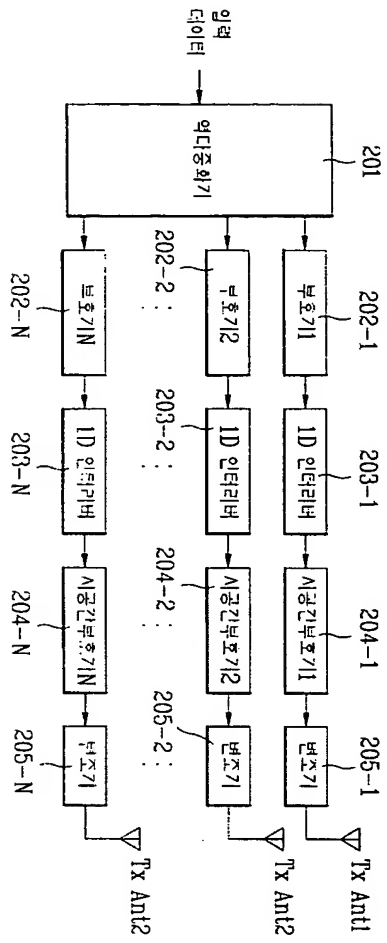
상기 복호기의 제2 복호화 출력들 중 (소정 횟수+1)만큼 반복 복호된 신호를 경판정(hard decision)하는 판정기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 송수신 시스템.

도면

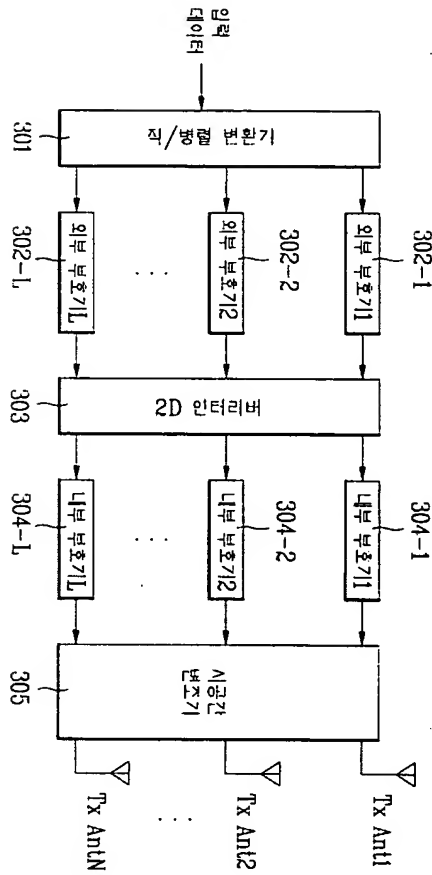
도면1



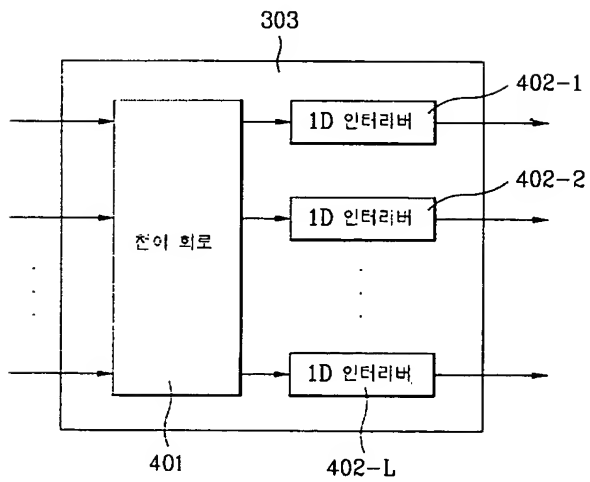
도면2



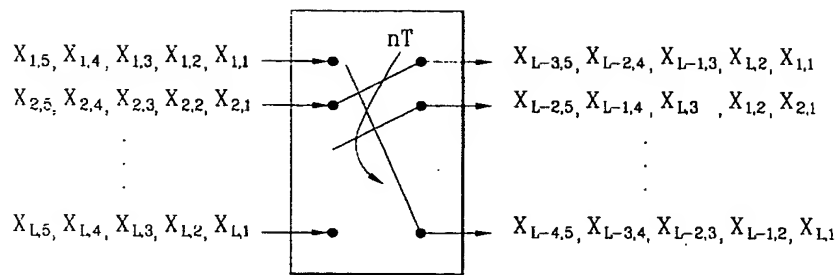
도면3



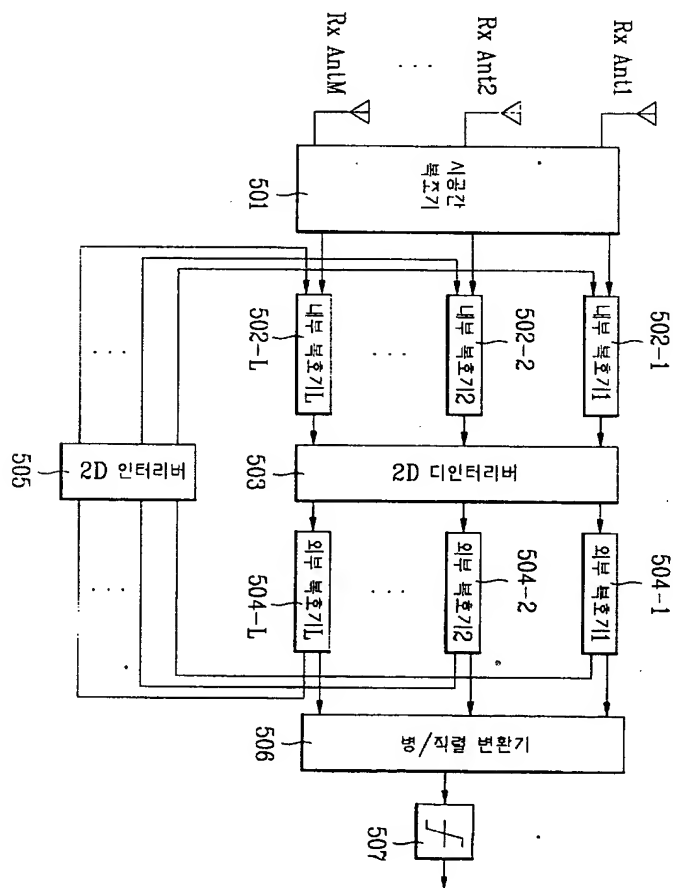
도면4



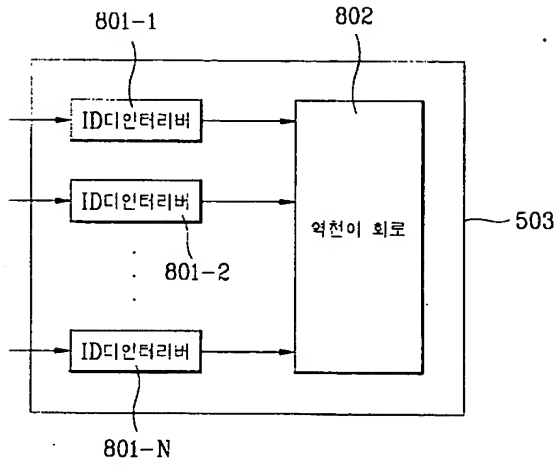
도면5



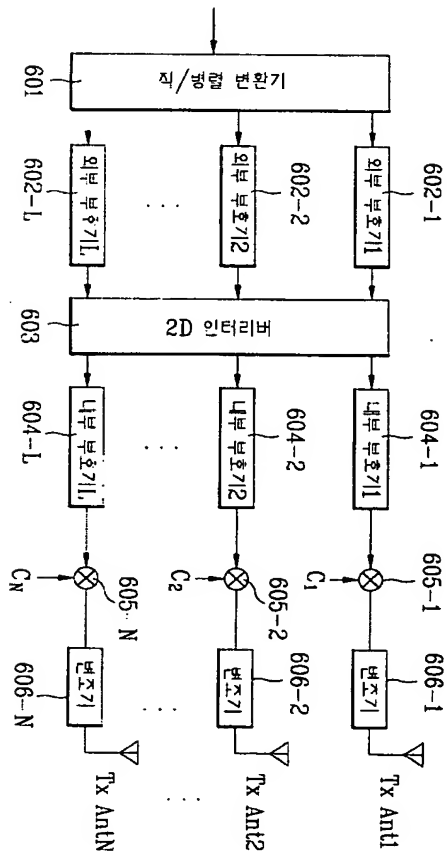
도면6



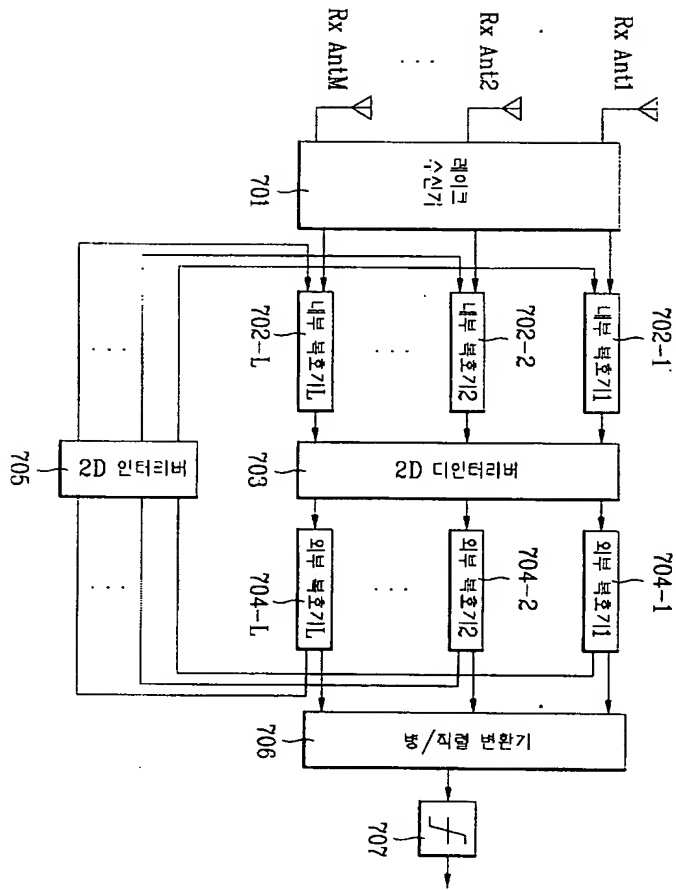
도면7



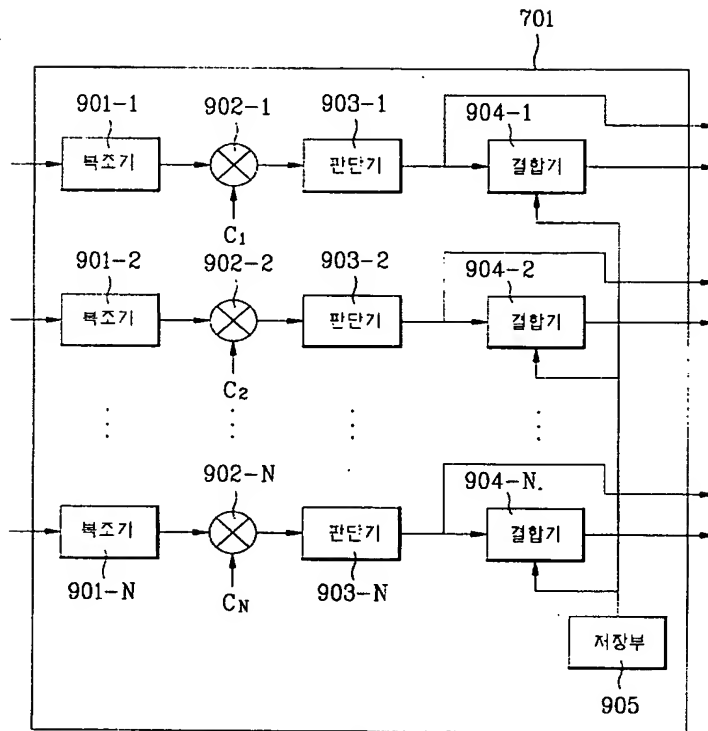
도면8



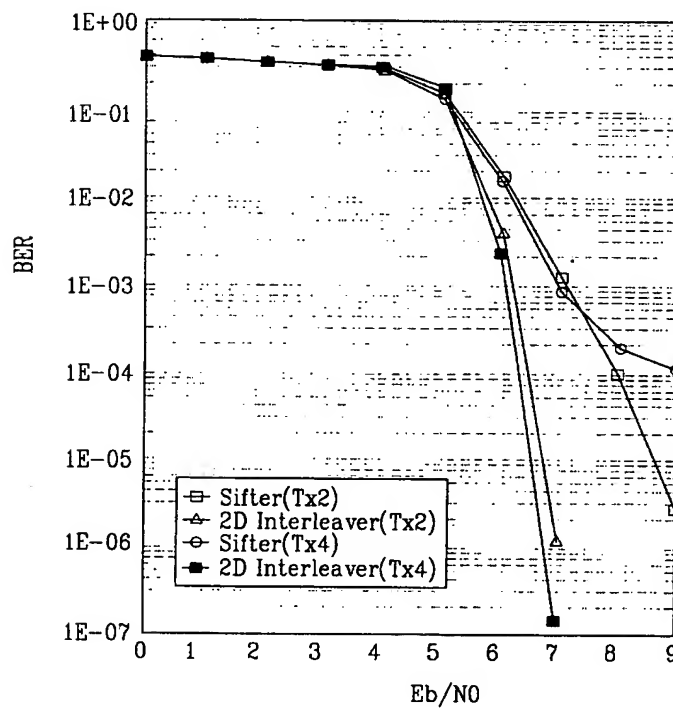
도면9



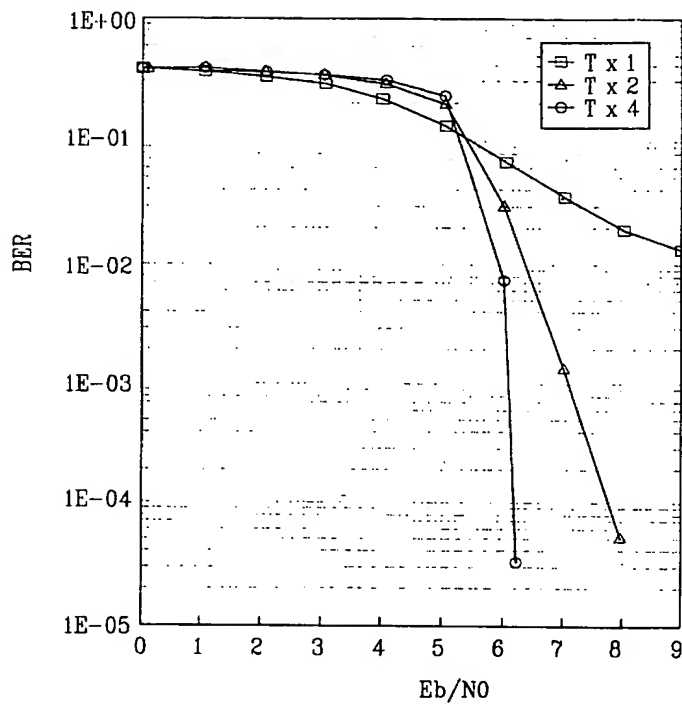
도면 10



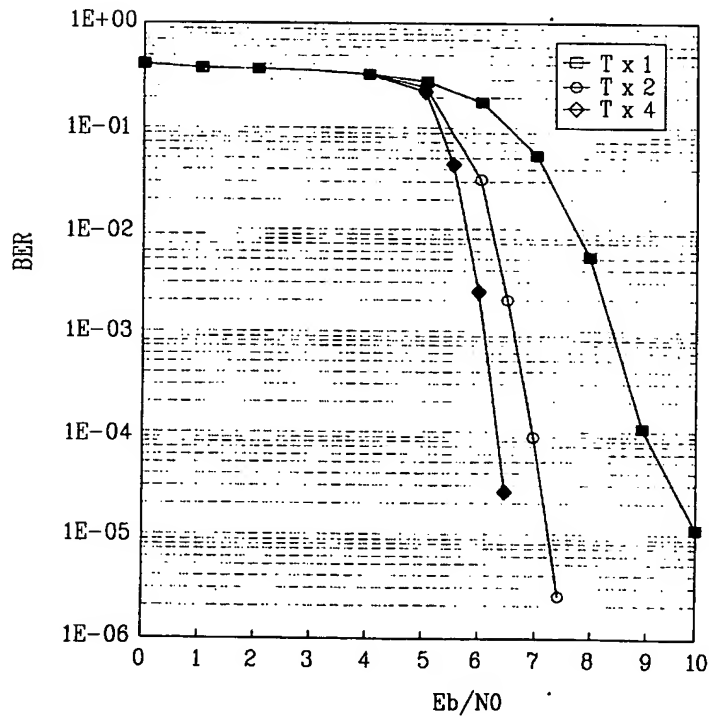
도면 12



도면 13



도면 14



도면 15

